

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-287035

(43)Date of publication of application : 03.10.2002

(51)Int.Cl.

G02B 21/06
G02B 21/00

(21)Application number : 2002-028417

(71)Applicant : LEICA MICROSYSTEMS
HEIDELBERG GMBH

(22)Date of filing : 05.02.2002

(72)Inventor : HOFMANN JUERGEN

(30)Priority

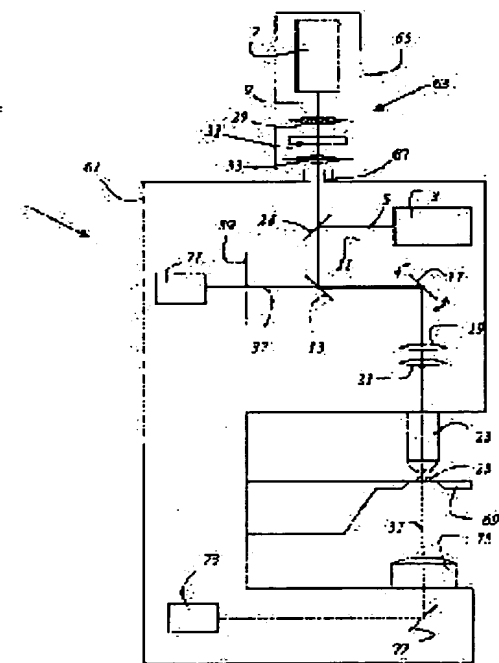
Priority number : 2001 10105391 Priority date : 06.02.2001 Priority country : DE

(54) SCANNING MICROSCOPE AND MODULE FOR SCANNING MICROSCOPE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a scanning microscope for optically measuring an observation spot of an observation sample with high spatial resolution which can be realized with ease even by above all addition or exchange of components to the conventional scanning microscopes.

SOLUTION: This scanning microscope has a light source for delivering a light beam for excitation compatible for exciting the energy state of the observation sample, at least one detector for detecting the light beam for induction coming from the observation sample and the light beam for induction delivered from the light source for exciting the radiation induced at the observation spot of the observation sample excited by the light beam for excitation and is used to optically observe the observation spot of the observation sample by the high position resolution of the type that the observation sample is irradiated with the light beam for excitation and the light beam for induction in such a manner that the respective intensity distributions of the light beam for excitation and the light beam for induction are at least partly superposed on each other in a focusing region. This scanning microscope is provided with plural optical elements for forming the light beam (9) for induction and the plural optical elements are included in at least one modules (27, 43 and 63) which can be positioned in the optical path of the scanning microscope.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

17.11.2004

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than

the examiner's decision of rejection or
application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-287035

(P2002-287035A)

(43) 公開日 平成14年10月3日 (2002.10.3)

(51) Int.Cl.⁷

G 0 2 B 21/06

21/00

識別記号

F I

G 0 2 B 21/06

21/00

テマコード* (参考)

2 H 0 5 2

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願2002-28417 (P2002-28417)

(22) 出願日 平成14年2月5日 (2002.2.5)

(31) 優先権主張番号 1 0 1 0 5 3 9 1 . 6

(32) 優先日 平成13年2月6日 (2001.2.6)

(33) 優先権主張国 ドイツ (D E)

(71) 出願人 500218345

ライカ ミクロジュステムス ハイデルベルク ゲーエムベーハー

ドイツ連邦共和国 D-68165 マンハイム アム フリーデンスプラッツ 3

(72) 発明者 ユルゲン ホフマン

ドイツ連邦共和国 D-65191 ヴィースパーデン ビーアシュタッター ヘーエ 63

(74) 代理人 100080816

弁理士 加藤 朝道 (外 2 名)

Fターム(参考) 2H052 AA07 AA08 AA09 AC14 AC15

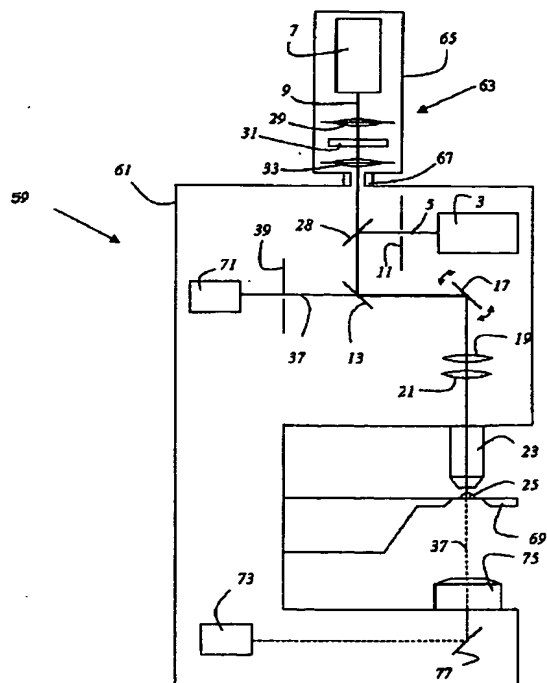
AC27 AC30 AC34 AF02

(54) 【発明の名称】 走査型顕微鏡及び走査型顕微鏡用モジュール

(57) 【要約】

【課題】 とりわけ従来の走査型顕微鏡への構成部材の付加又は交換によっても簡単に実現可能な、観察試料の観察スポットを大きい空間分解能で光学的に測定するための走査型顕微鏡を提供すること。

【解決手段】 観察試料のエネルギー状態を励起するために適合的な励起用光ビームを送出する光源と、該観察試料から到来する誘導用光ビームを検出するための少なくとも1つの検出器と、該励起用光ビームにより励起された観察試料の観察スポットにおいて誘導された放射を惹起するため光源から送出される誘導用光ビームを有すると共に、該励起用光ビーム及び該誘導用光ビームの各強度分布が合焦領域において少なくとも部分的に重畳するように、該励起用光ビーム及び該誘導用光ビームが該観察試料に照射される形式の、大きい位置分解能で観察試料の観察スポットを光学的に観察するための走査型顕微鏡は、該誘導用光ビーム(9)を形成する複数の光学要素が設けられていると共に、該複数の光学要素が、走査型顕微鏡の光路において位置決め可能な少なくとも1つのモジュール(27、43、63)に含まれている。



【特許請求の範囲】

【請求項1】観察試料のエネルギー状態を励起するために適合的な励起用光ビームを送出する光源と、該観察試料から到来する放射光を検出するための少なくとも1つの検出器と、該励起用光ビームにより励起された観察試料の観察スポットにおいて誘導された放射を惹起するため光源から送出される誘導用光ビームを有すると共に、該励起用光ビーム及び該誘導用光ビームの各強度分布が合焦領域において少なくとも部分的に重畳するように、該励起用光ビーム及び該誘導用光ビームが該観察試料に照射される形式の、大きい位置分解能で観察試料の観察スポットを光学的に観察するための走査型顕微鏡において、

該誘導用光ビーム(9)を形成する複数の光学要素が設けられていると共に、該複数の光学要素が、走査型顕微鏡の光路において位置決め可能な少なくとも1つのモジュール(27、43、63)に含まれていることを特徴とする走査型顕微鏡。

【請求項2】前記モジュール(27、43、63)は、ハウジング(34、45、65)を有することを特徴とする請求項1に記載の走査型顕微鏡。

【請求項3】前記モジュール(27、43、63)は、走査型顕微鏡に対して該モジュール(27、43、63)を制御する制御装置(35、36)を有することを特徴とする請求項1又は2に記載の走査型顕微鏡。

【請求項4】前記モジュール(27、43、63)は、前記合焦領域における前記誘導用光ビームの合焦の形態に影響を与える手段(46)を含むことを特徴とする請求項1～3の一に記載の走査型顕微鏡。

【請求項5】励起された観察試料の誘導された放射を惹起するための誘導用光ビームを形成するためのモジュールであって、

該誘導用光ビーム(9)を形成する複数の光学要素が設けられていると共に、該複数の光学要素は、走査型顕微鏡の光路において位置決め可能な少なくとも1つのモジュール(27、43、63)に含まれていることを特徴とするモジュール。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、一般に、走査型顕微鏡に関し、とりわけ、観察試料のエネルギー状態を励起するために適合的な励起用光ビームを送出する光源と、該観察試料から到来する放射光を検出するための少なくとも1つの検出器と、該励起用光ビームにより励起された観察試料の観察スポットにおいて誘導された放射(誘導放射)を惹起するため光源から送出される誘導用光ビームを有すると共に、該励起用光ビーム及び該誘導用光ビームの各強度分布が合焦領域において少なくとも部分的に重畳するように、該励起用光ビーム及び該誘導用光ビームが該観察試料に照射される形式の、大きい空

間分解能で観察試料の観察スポットを光学的に観察するための走査型顕微鏡に関する。

【0002】本発明は、更に、励起された観察試料の誘導された放射を惹起するための誘導用光ビームを形成するためのモジュールに関する。

【0003】

【従来の技術】走査型顕微鏡では、観察試料は、該試料から放射される反射光又は蛍光を観察するために、(1つの)光線(照明光)で照明される。該照明光の合焦は、制御可能な光線偏向装置を用い、一般的には2つのミラーの傾動操作によって、合焦領域内を移動するが、一方のミラーがx方向へ、他方のミラーがy方向へ偏向を行うように、偏向軸(複数)は、大抵、互いに垂直になるよう構成されている。ミラーの傾動操作は、例えば、ガルバノメーター位置(制御)要素によって行われる。物体(ないし観察試料)から到来する光のパワー(ないし強度)は、走査光線の位置に応じて測定される。位置(制御)要素には、通常、実際のミラー位置を求めるためのセンサが備えられている。このいわゆるビーム走査方式の他に、空間的に位置固定された照明光を有する走査型顕微鏡が既知であるが、この場合、観察試料は、精密位置決めステージによって走査(移動)される。この走査型顕微鏡は、物体走査方式(ないしステージ走査方式)と名づけられている。

【0004】特に共焦点走査型顕微鏡では、物体は、光線の合焦により三次元で走査される。

【0005】共焦点走査型顕微鏡は、一般に、光源、合焦光学系(これによって、光源の光が、ピンホール絞り—所謂励起絞り—で合焦する)、ビームスプリッタ、光線制御用光線偏向装置、顕微鏡光学系、検出用(ピンホール)絞り、検出光ないし蛍光検出用検出器を有する。照明光は、ビームスプリッタを介して入射結合する。物体から到来する蛍光又は反射光は、逆順を辿り、光線偏向装置を介してビームスプリッタに到達し、該ビームスプリッタを通過し、そして検出用(ピンホール)絞り(これに検出器(複数)が後置されている)で合焦する。合焦領域(ないしスポット)に直接由来しない検出光は、上記光路とは異なる経路を辿り、検出用絞りを通過しないため、(合焦スポットに関する)点情報(のみ)が得られ、物体を連続的に走査することにより三次元像が得られる。三次元像は、大抵、層状(断層的)の画像データを利用することにより得られる。

【0006】物体から到来する光のパワー(ないし強度)は、走査過程中一定の時間間隔で、走査点毎に走査されて、測定される。測定データから像を生成できるように、測定値は、それに属する走査位置に一義的に配属(対応付け)されていなければならない。このためには、光線偏向装置の制御要素の状態データを常に同時に測定するか、或いは、正確さは劣るものの、光線偏向装置の制御目標データを直接利用することが目的に適う。

【0007】透過型構成の場合は、例えば、蛍光、又は励起用光ビームの透過光がコンデンサ側で検出されることも可能である。この場合、検出光は、(光線偏向装置の)走査ミラーを介さずに検出器に到達する(走査ミラー非介在検出型構成: Non Descan Anordnung)。上述の走査ミラー介在検出型構成(Descan Anordnung)の場合と同様の三次元像を得るために、透過型構成では、蛍光を検出するためコンデンサ側に検出用絞りを必要とするであろう。しかしながら、二光子励起の場合は、コンデンサ側の検出用絞りを省略することができる。というのは、励起確率は、光子密度の2乗に依存しており(強度の2乗に比例)、光子密度は、合焦領域では、その隣接周辺領域よりはるかに大きいからである。従って、検出されるべき蛍光は、大きい確率でその大部分が合焦領域に由来するため、絞りを配置することにより、合焦領域からの蛍光光子をその周辺領域からの蛍光光子から殊更に選別することは不要となる。

【0008】共焦点走査型顕微鏡の分解能は、とりわけ、励起用光ビームの合焦(領域)の強度分布及び空間的広がりによって与えられる。蛍光を利用する場合の分解能を大きくするための構成は、PCT/DE95/00124から既知である。この構成では、合焦空間の横方向の辺縁領域が、第二のレーザ光源から放射される(励起用光ビームの波長とは)異なる波長の光線(所謂誘導用光ビーム)によって照射され、そこ(照射部位)において、第一のレーザ光源の光により励起された試料領域に誘導放射を発生し(stimulieren、光を誘導的に放射させ)基底状態に戻す。この場合、第二のレーザ光で照射されなかった領域から自発的に放射される光(自発誘導用光ビーム)のみが検出されるため、全体として、分解能の改善が達成される。この方法に対し、STED (Stimulated Emission Depletion: 誘導放射空乏)という名称が与えられた。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】誘導用光ビームの合焦領域の内部に中空部を設けるようにできれば、分解能を同時に横方向にも、軸方向にも改善することができるという新たな展開が見られた。そのために、誘導用光線の光路中に、円形の $\lambda/2$ プレート(その直径は、誘導用光線の直径より小さく、従って光線に覆われるように照射される)が配される。

【0010】しかしながら、STED顕微鏡検査用顕微鏡は、非常に費用(ないし労力)がかかり、制御も困難である。というのは、励起用光ビームの合焦(領域)は、常に、誘導用光ビームの合焦(領域)と空間的に固定的な関係になければならないからである。この問題は、ビーム走査システムの場合、とりわけ困難を極める。というのは、このシステムでは、励起用光ビームの合焦(領域)と誘導用光ビームの合焦(領域)とを同時にかつ互いに位置固定的に観察試料上にないし観察試料を通過す

るように導かれなければならないからである。

【0011】光学用載置台上のSTED顕微鏡検査用走査型顕微鏡は、非常に場所を塞ぎ、しかもその大きさのため、外的影響(例えば、機械的振動又は周囲の温度の変動)に対する保護は極めて困難である。このため、従来は、物体(ないしステージ)走査式システムのみが実現されていた。STED顕微鏡検査用走査型顕微鏡は、その複雑さのため、従来の走査型顕微鏡に構成部材を付加することによって、転換することはできなかった。

【0012】それゆえ、本発明の第1の視点における課題は、とりわけ従来の走査型顕微鏡への構成部材の付加又は交換によっても簡単に実現可能な、観察試料の観察スポットを大きい空間分解能で光学的に測定するための走査型顕微鏡を提供することである。

【0013】また、本発明の更なる第2の視点における課題は、大きい空間分解能で観察試料の観察スポットを光学的に測定するための走査型顕微鏡を実現する場合に、上述の問題を簡単に解決できる、誘導用光ビームを形成するための具体的手段を提供することである。

【0014】

【課題を解決するための手段】この課題を解決するために、本発明の第一の視点において、観察試料のエネルギー状態を励起するために適合的な励起用光ビームを送出する光源と、該観察試料から到来する放射光を検出するための少なくとも1つの検出器と、該励起用光ビームにより励起された観察試料の観察スポットにおいて誘導された放射を惹起するため同じく光源から送出される誘導用光ビームを有すると共に、該励起用光ビーム及び該誘導用光ビームの各強度分布が合焦領域において少なくとも部分的に重畳するように、該励起用光ビーム及び該誘導用光ビームが該観察試料に照射される形式の、大きい空間分解能で観察試料の観察スポットを光学的に観察するための走査型顕微鏡が提供される。この走査型顕微鏡は、誘導用光ビームを形成する複数の光学要素が設けられていると共に、該複数の光学要素が、走査型顕微鏡の光路において位置決め(ないし位置調節)可能な少なくとも1つのモジュールに含まれていることを特徴とする。

【0015】更に、本発明の第二の視点において上記課題を解決するために、励起された観察試料の誘導された放射を惹起するための誘導用光ビームを形成するためのモジュールが提供される。このモジュールは、誘導用光ビームを形成する複数の光学要素が設けられていると共に、該複数の光学要素が、走査型顕微鏡の光路において位置決め(ないし位置調節)可能な少なくとも1つのモジュールに含まれていることを特徴とする。

【0016】

【発明の実施の形態】以下に、本発明の好ましい実施の形態を説明するが、これらは従属請求項の対象でもある。走査型顕微鏡は、更に、モジュールが、ハウジング

を有することが好ましい。走査型顕微鏡は、更に、モジュールが、走査型顕微鏡に対して該モジュールを制御する制御装置を有することが好ましい。走査型顕微鏡は、更に、モジュールが、合焦領域における誘導用光ビームの合焦の形態に影響を与える手段を含むことが好ましい。

【0017】本発明は、高分解能の走査型顕微鏡を実現するための費用（ないし労力）が、誘導用光ビームを形成する本質的光学要素を1つのモジュールにまとめる（ないしパッケージ化する）ことにより、著しく低減されるという有利がある。

【0018】モジュールは、誘導用光ビームを形成する光学要素の他に、更に、光線伝送要素、光線拡開要素又は合焦要素の1つ以上を有することができる。モジュール内の全ての光学要素は互いに調節されており、モジュールは制御装置を有し、該制御装置により、モジュール全体として、走査型顕微鏡の光路内において簡単に位置決めされることができる。このため、制御労力（手間、構造上の複雑さないし費用）全体が著しく低減される。

【0019】誘導用光ビームを形成するための光学要素は、誘導用光ビームの一部によってくまなく照射される（通過される）遅延プレート（Verzoegerungsplatte）、好ましくは $\lambda/2$ プレートから構成され得る。例えばLCD要素のようなその他の要素も、観察試料内で誘導用光ビームの合焦領域の所定の形態（合焦の形態という）を形成するために組込むことができる。LCD要素は、LCD走査要素が電子的に個々の反応可能であり、かつ誘導用光ビームの合焦の形態が実際の走査条件に適合可能であるという有利を有する。とりわけ、走査過程でないスキャン中に合焦の形態を変化させることが可能である。

【0020】とりわけ有利には、空間のあらゆる方向において分解能を高めることができるように、観察試料中の誘導用光ビームの合焦の形態が内部が中空になるよう（誘導用光ビーム）形成要素が構成ないし制御される。

【0021】モジュールは、光学要素が取り付けられる基底プレートが設けられていればとりわけ安定的である。基底プレートは、好ましくは、小さい熱膨張係数を有する。基底プレート又はモジュール全体を能動的に温度調節することも可能である。このため、電気制御系にペルティエ素子を備えることも可能である。

【0022】とりわけ有利には、走査型顕微鏡には、モジュールの正確な作動位置（ここでモジュールは確実に位置固定される）を決める当接要素（ないしストッパ）が設けられる。この場合、理想的には、モジュールを更に調節（ないし位置合わせ）する必要はない。とりわけ有利には、モジュールの位置決め及び位置固定のための（鉗剣装着式の）差込接続器（ないしバヨネット式差込継手）が設けられる。

【0023】外的影響から保護するために、モジュール

にはハウジングが設けられる。ハウジングは、防塵的に構成され得る。

【0024】とりわけ有利には、モジュールは従来の走査型顕微鏡に適合可能であり、そのため簡単な付加装備（ないし外付）により走査型顕微鏡の分解能を極めて大きくすることができる。走査型顕微鏡を従来の方法で使用することも任意に行うことができる。というのは、モジュールは、大した手間もかからず除去することができるからである。

【0025】モジュールは、好ましい形態では、誘導用光ビームを放射する光源、とりわけ光源の一部を含む。光源としては、主に、レーザ、とりわけパルスレーザが使用される。この場合、とりわけ、ダイオードレーザ、固体レーザ、色素レーザ又はガラスレーザを使用することができる。フォトニックバンドギャップ材料（Photonic-Band-Gap-Material）を含む光源を使用することも可能である。この光源は、例えば、フォトニックバンドギャップ材料製の光伝送要素又は光伝送ファイバが後置されているパルスレーザから構成することができる。

【0026】誘導用光ビームは、光伝送ファイバによって外部光源からモジュールへ伝送され得る。光伝送ファイバから光を結合解除（ないし出力）するために、モジュールは、結合光学系（Koppeloptik）を有する。これに関して、とりわけ有利には、モジュールには、規格化された光伝送ファイバプラグないしスリーブ（Muffen）が設けられる。

【0027】走査型顕微鏡は、とりわけ共焦点走査型顕微鏡としても構成されることができる。

【0028】

【実施例】本発明の実施例を図面を参照して詳細に説明する。なお、特許請求の範囲に付した図面参照符号は、発明の理解の容易化のためであり、本発明を図示の態様に限定することを意図しない。また、以下の実施例も発明の理解の容易化のためであって、本発明の技術的思想を逸脱しない範囲において当業者により実施可能な変更・置換を含むことも自明である。

【0029】図1には、共焦点走査型顕微鏡として構成された本発明の走査型顕微鏡が示されている。

【0030】走査型顕微鏡は、励起用光ビーム5を生成するための第一レーザ光源3と誘導用光ビーム9を生成するための第二レーザ光源7とを含む光源装置1を含む。第一レーザ光源3は、凡そ80MHzの繰り返し周波数でパルスを発振するモード同期（modenverkopplung）チタン・サファイアレーザとして構成されている。第二レーザ光源7は、パルスの作動する他のチタン・サファイアレーザ（これは、パルス列に関して第一レーザと同期している）によりポンピングされる光パラメトリック発信器である。励起用光ビーム5は、照明用ピンホール（絞り）11上で合焦し、そして50:50のニュートラル（ないし色中立的）スプリッタとして構成さ

れている第一ビームスプリッタ13によって、カルダン式に懸架した走査ミラー17を含む走査モジュール15へと反射される。走査モジュール15ないし走査ミラー17は、励起用光ビーム5を走査光学系19、光学系21を介し、顕微鏡光学系23を通過させ、観察試料25上に導きないし観察試料25を通過させる。

【0031】第二レーザ光源7から放射された誘導用光ビーム9は、モジュール27を通過し、ダイクロイックビームスプリッタとして構成された第二ビームスプリッタ28によって、励起用光ビーム5に結合する。モジュール27は、誘導用光ビーム9を拡開するための第一光学系29、 $\lambda/2$ プレートとして構成されかつ誘導用光ビーム9の中央部分によって（照射され）通過されると共に、誘導用光ビーム9の外側（ないし周縁）部分は該プレートの外部（ないし脇）を（照射せずに）通り過ぎるように配置された遅延プレート31、及び合焦用の第二光学系33を含む。遅延プレート31は、観察試料25の合焦面と共役するフーリエ面に配置している。遅延プレート31は、内部が中空の合焦領域（その形態）を形成する（図4参照）。遅延プレート31は、この実施例では、合焦の形態に影響を与える手段46として機能する。モジュール27は、熱的に遮断（シール）された防塵ハウジング34を有し、制御装置35、36によって位置調節（ないし位置決め）可能である。

【0032】観察試料25から発する検出光37は、顕微鏡光学系23を通過し、光学系21、走査光学系19を介し、更に走査モジュール15を介して第一ビームスプリッタ13に至り、該スプリッタ13及びこれに後続する検出用ピンホール（絞り）39を通過し、そして光電子増倍管として構成された検出器41に至る。検出器41は、物体（観察試料）から発する検出光37のパワー（ないし強度）に比例する検出信号を生成する。

【0033】観察試料は、検出信号から観察試料の三次元像を生成するために、層状に（ないし積層断面的に）走査される。

【0034】観察試料の励起は、この実施例では、二光子励起によって行われる。励起用光ビーム及び誘導用光ビームのパルスの時間間隔は、観察試料の励起状態の平均寿命（ないし平均持続時間）より短いものに選択されている。

【0035】図2には、塵及び汚染を防ぐためにハウジング45を有するモジュール43を有する走査型顕微鏡が模式的に示されている。モジュール43は、誘導用光ビーム9を生成する第二レーザ光源7を含む。

【0036】この実施例では、LCD要素47は、誘導用光ビームの合焦（形態）を形成するために使用される。第二レーザ光源7から放射された光は、キュービックビームスプリッタ49を介し拡開光学系51に至り、そしてLCD要素47に当たる。LCD要素47は、この実施例では、合焦の形態に影響を与える手段46とし

て機能する。そこでは、画素的に、衝突する誘導用光ビームの個々の部分（ないし成分）の位相を $\lambda/4$ だけ遅らせる（遅延させる）ことができる。通過した誘導用光ビーム9は、ミラー53によって反射され、そして最初に（LCD要素47）を通過した時に既に（位相を）遅れさせられた部分（ないし成分）が、LCD要素47を反対方向に通過するとき再び位相の遅れを受ける。そして、誘導用光ビーム9は、キュービックビームスプリッタ49を通過し、第二ビームスプリッタ28で励起用光ビーム5と結合する。個々の画素はそれぞれ直接制御することができるので、この構成は、非常に柔軟性に富み、作動中の変化、とりわけ走査過程中的の変化さえ可能にする。

【0037】走査型顕微鏡は、モジュールの作動位置を規定する2つの当接要素（ないしストッパ）55、57を有する。モジュールは、この作動位置で簡単に位置決め可能であり、板バネ等として構成された押圧要素（不図示）によって当接要素に向かって押圧され、作動位置で保持される。

【0038】図3には、顕微鏡本体ハウジング61を有する共焦点走査型顕微鏡59が示されているが、これは、モジュール63を付加装備（ないし外付）することにより、極めて高い分解能を示す走査型顕微鏡を提供する。モジュール63は、（バヨネット式の）差込接続器（ないし差込継手）67を有する防塵ハウジング65を有する。モジュール63は、既に図1に記載されたモジュール27のように、誘導用光ビーム9を拡開するための第一光学系29と、 $\lambda/2$ プレートとして構成されかつ誘導用光ビーム9の中央部分によって（照射され）通過されると共に、誘導用光ビーム9の外側（ないし周縁）部分は該プレートの外部（ないし脇）を（照射せずに）通り過ぎるように配置された遅延プレート31と、合焦用の第二光学系33とを含む。 $\lambda/2$ プレート31は、観察試料25の合焦面と共役するフーリエ面に配置している。 $\lambda/2$ プレート31は、内部が中空の合焦領域（ないし形態）を形成する。モジュール63は、更に、ダイオードレーザとして構成されかつ誘導用光ビーム9を生成するレーザ光源7を含む。モジュール63内部の要素は全て、顕微鏡本体ハウジング61に（フランジ）接合（固定）された後、更に調節を必要としないように調節されている。

【0039】共焦点走査型顕微鏡59の内部には、図1で示された光路と類似した光路が形成される。誘導用光ビーム9は、第二ビームスプリッタ28においてレーザ光源3によって生成された励起用光ビーム5と結合する。励起用光ビーム5は、誘導用光ビーム9と共に、第一ビームスプリッタ13に至り、第一ビームスプリッタ13は、励起用光ビーム5及び誘導用光ビーム9を反射してカルダン式に懸架した走査ミラー17へ向かわせる。走査ミラー17から、励起用光ビーム5及び誘導用

光ビーム9は、走査光学系19、光学系21を介し、顕微鏡光学系23を通過して、顕微鏡ステージ69に配された観察試料25へと至る。

【0040】図示された共焦点走査型顕微鏡59は、走査ミラー介在検出型(Descan)検出器71と走査ミラー非介在検出型(Non-Descan)検出器73とを有する。とりわけ多光子(励起)過程を介して観察試料25を励起する場合は、Non-Descan検出器73がとりわけ重要である。Descan型作動法では、検出光(これは、実線で表されている)37は、顕微鏡光学系23を通過し、光学系21、走査光学系19を介し、さらに走査ミラー17を介して第一ビームスプリッタ13に至り、第一ビームスプリッタ13、それに後続する検出用ピンホール(絞り)39を通過し、そして光電子増倍管として構成されたDescan検出器71に至る。Non-Descan型作動法では、検出光(これは、破線で表されている)37は、コンデンサ75によって集光(ないし合焦)され、ミラー77を介してNon-Descan検出器73に至る。検出用ピンホール(絞り)は、このNon-Descan型作動法では、省略することができる。

【0041】図4には、誘導用光ビーム9の所定の合焦形態(の一例)が模式的に示されている。図4からは、観察されるべき試料25の内部又は表面での励起用光ビーム5及び誘導用光ビーム9の空間的位置関係が見出される。誘導用光ビーム9は、励起用光ビーム5より大きいビーム径を有するため、励起用光ビーム5は、誘導用

光ビーム9によって合焦領域では完全に取り囲まれている。誘導用光ビーム9は、内部が中空の合焦形態を有する。励起用光ビーム5と誘導用光ビーム9との重畳により、合焦領域において、三次元の重畳領域79が画成されるが、これは、図4では、ハッチングが付された面で表されている。励起用光ビーム5の合焦領域と、誘導用光ビーム9の中空部分の内部(とが重なった部分)の領域は、放出空間(この空間から自発的に放射される光(検出光)が、検出器で検出される)81を画成する。

【0042】

【発明の効果】本発明の独立請求項1及び5により、所定の課題として掲げた効果がそれぞれ達成される。即ち、本発明の第一の視点により、とりわけ従来の走査型顕微鏡への構成部材の付加又は交換によっても簡単に実現可能な、観察試料の観察スポットを大きい空間分解能で光学的に測定するための走査型顕微鏡が提供される。本発明の第二の視点により、上記走査型顕微鏡で利用される、誘導用光ビームを形成するためのモジュールが提供される。従属請求項2から4により、更に付加的な効果がそれぞれ達成される。

【図面の簡単な説明】

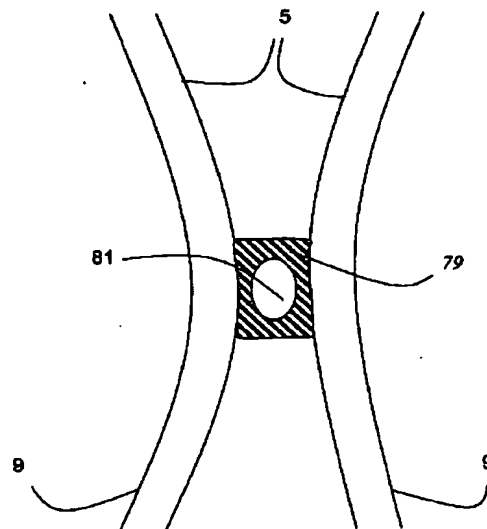
【図1】本発明の走査型顕微鏡の一例。

【図2】本発明の走査型顕微鏡の他の一例。

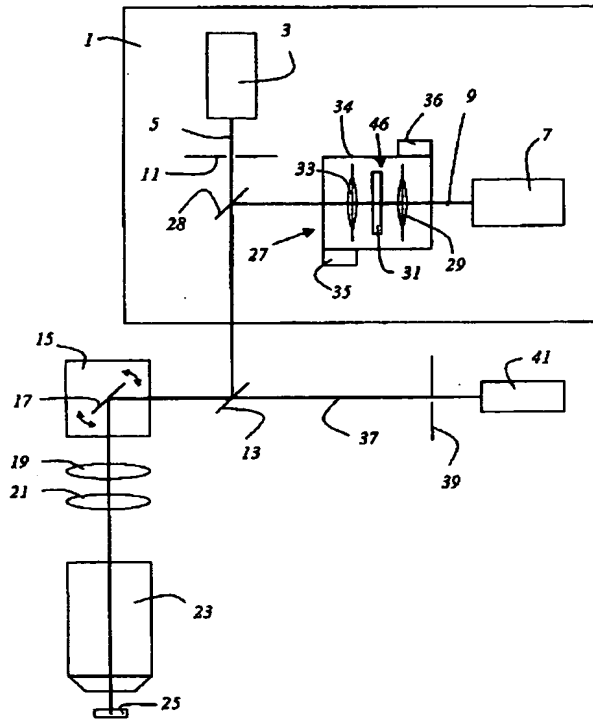
【図3】付加装備された本発明の走査型顕微鏡の一例。

【図4】所定の合焦形態の形成。

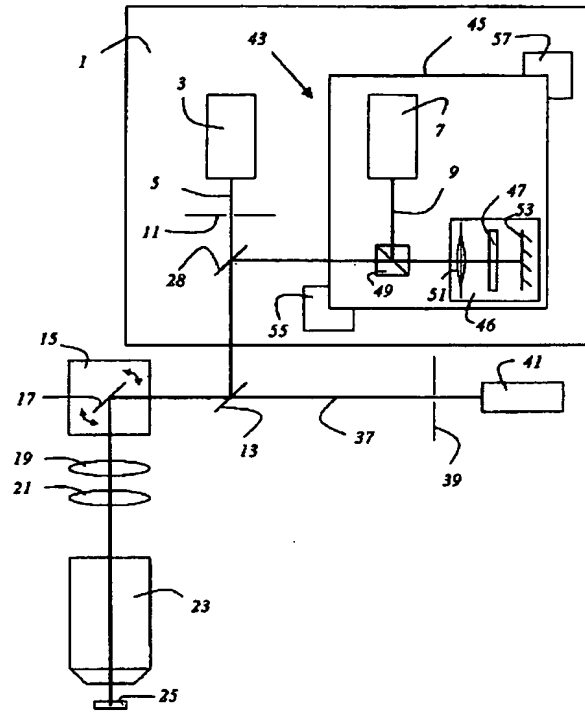
【図4】



【図1】



【図2】



【図3】

